

Конструкция установок погружных центробежных электронасосов

- Установки погружных насосов УЭЦНМ и УЭЦНМК в модульном исполнении предназначены для откачки пластовой жидкости, содержащей нефть, воду, газ и механические примеси из вертикальных и наклонных нефтяных скважин.
- Установки имеют два исполнения - обычное и коррозионно-стойкое.
- По поперечным размерам насосы делятся на три условные группы: **5**, **5А** и **6**, что означает номинальный диаметр обсадной колонны (в дюймах), в которую может быть спущен данный насос.
- Группа 5 имеет наружный диаметр 92 мм, группа 5А - 103 мм и группа 6 - 114 мм.
- В шифре УЭЦНМ заложены их основные номинальные параметры, такие как подача и напор при работе на оптимальном режиме.
- Пример условного обозначения установки в технической документации:
УЭЦНМ5-125-1200 ВК02,
- где **У** - установка; **Э** - привод от погружного двигателя; **Ц** - центробежный; **Н** - насос; **М** - модульный; **5** - группа насоса; **125** - подача, м³/сут; **1200** - напор, м; **ВК** - вариант комплектации; **02** - порядковый номер варианта комплектации по ТУ.
- Для установок коррозионно-стойкого исполнения перед обозначением группы насоса добавляется буква “К”.

Показатели назначения по перекачиваемым средам

- ▼ **среда** - пластовая жидкость (смесь нефти, попутной воды и нефтяного газа);
- ▼ **максимальная кинематическая вязкость** однофазной жидкости, при которой обеспечивается работа насоса без изменения напора и к. п. д. - 1 мм²/с;
- ▼ **водородный показатель** попутной воды pH 6,0 - 8,5;
- ▼ **максимальное массовое содержание твердых частиц** - 0,01 % (0,1 г/л);
- ▼ **микротвердость частиц** - не более 5 баллов по Моосу;
- ▼ **максимальное содержание попутной воды** - 99%;
- ▼ **максимальное содержание свободного газа у основания двигателя** - 25%, для установок с насосными модулями-газосепараторами (по вариантам комплектации) - 55%, при этом соотношение в откачиваемой жидкости нефти и воды регламентируется методикой подбора УЭЦН к нефтяным скважинам, принятой в НГДУ;
- ▼ **максимальная концентрация сероводорода**: для установок обычного исполнения - 0,001% (0,01 г/л); для установок коррозионностойкого исполнения - 0,125% (1,25 г/л);
- ▼ **температура перекачиваемой жидкости в зоне работы погружного агрегата** - не более 90 °С.

Внимание. В случае, если по скважине ожидается значительный вынос мехпримесей или отложение солей в насосе, спускать УЭЦН без шламоуловителя запрещается.

Требования к конструкциям скважин, эксплуатируемых электронасосами

1) минимальный внутренний диаметр скважины для каждого типоразмера насоса согласно технического описания на модуль-секции и двигателя;

Типоразмер установки	Диаметр установки, мм	Внутренний диаметр скважины, мм
УЭЦНМ5	112	121,7
УЭЦНМ5А	124	130
УЭЦНМ6 (менее 500 м ³ /сут)	137	144,3
УЭЦНМ6 (более 500 м ³ /сут)	140,5	148,3

Максимальный диаметр установки зависит от типоразмера используемого погружного двигателя и может отличаться от приведенных в таблице в большую сторону. Например, установка УЭЦНМ5 с ПЭД-103-В5 имеет диаметр 116,4 мм, с ПЭД-117-ЛВ5 - 119,6 мм.

- 2) максимальный темп набора кривизны ствола скважины - 2° на 10 м;**
- 3) максимальное давление в зоне подвески установки - 250 кгс/см²;**
- 4) отклонение ствола скважины от вертикали в зоне установки - не более 40°;**
- 5) интенсивность изменения кривизны ствола скважины в зоне подвески установки - 3 мин. на 10 м;**

Компоновка УЭЦН в скважине

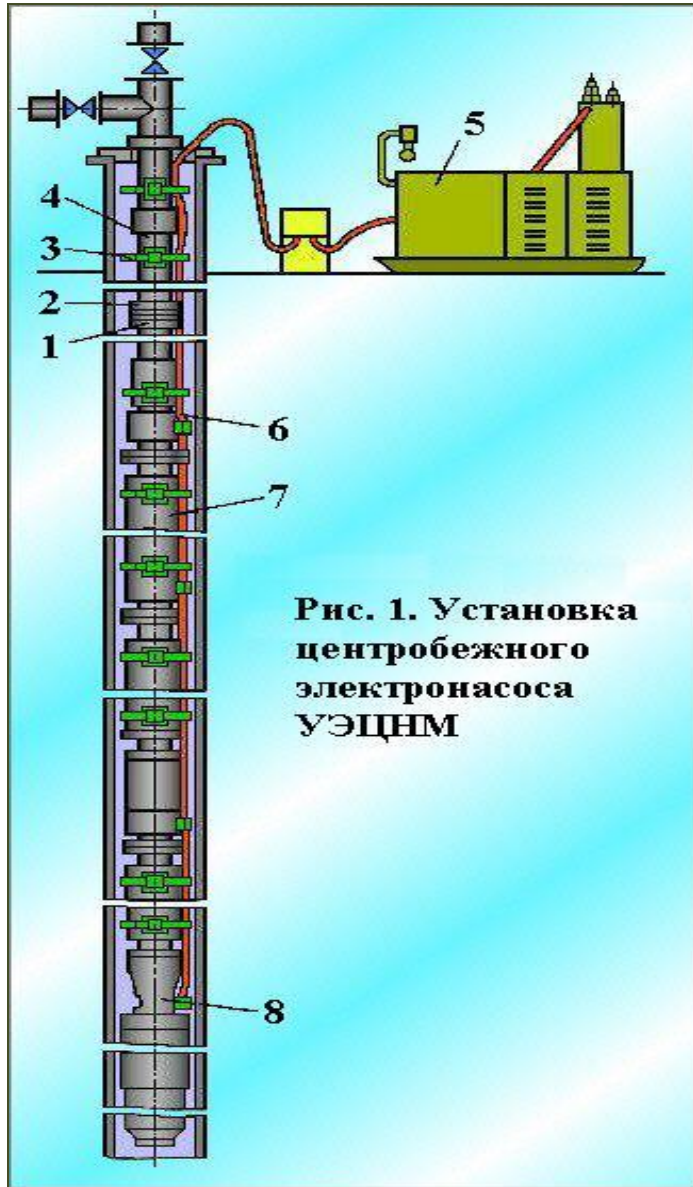


Рис. 1. Установка центробежного электронасоса УЭЦН

В комплект установки УЭЦНМ входят:

- * **погружной насосный агрегат;**
- * **кабельная линия в сборе 6**
- * **наземное электрооборудование 5** - трансформаторная комплектная подстанция (индивидуальная КТПШН или кустовая КТПШНКС);
- * монтажа на скважине.

Вместо подстанции можно использовать трансформатор и комплектное устройство

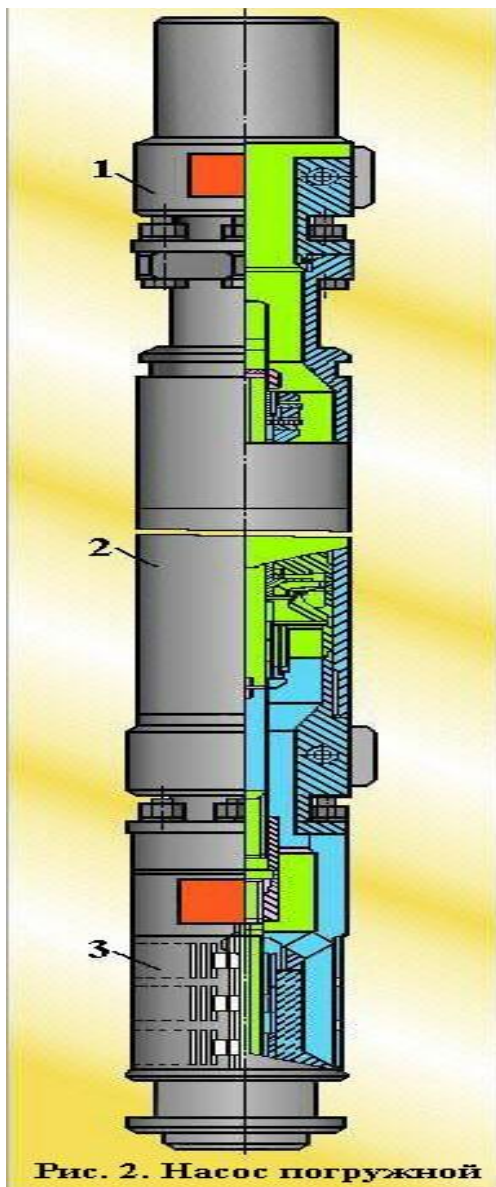
Насосный агрегат состоит из:

- ♦ погружного центробежного насоса 7
- ♦ двигателя 8 (электродвигатель с гидрозащитой).

Насосный агрегат спускается в скважину на колонне насосно-компрессорных труб 4.

Кабель, обеспечивающий подвод электроэнергии к электродвигателю, крепится к гидрозащите, насосу и насосно-компрессорным трубам металлическими поясами 3, входящими в состав насоса.

Модуль - насос



Погружной центробежный модульный насос, рис. 2, - многоступенчатый вертикального исполнения

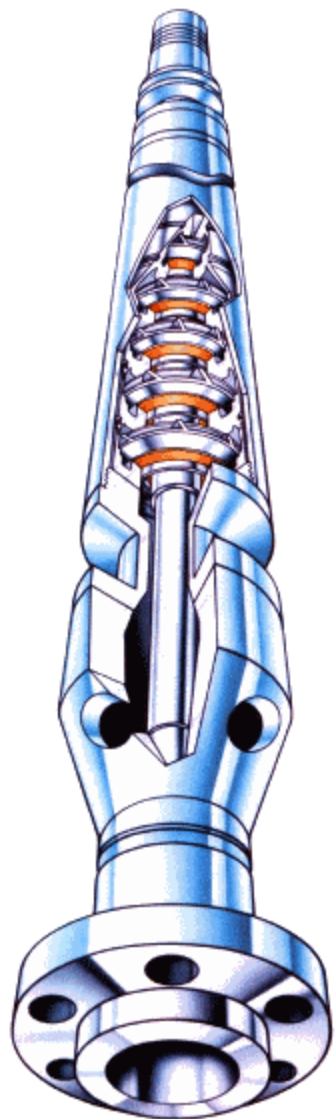
Насос состоит из **входного модуля 3, модуля-секции 2** (модулей-секций), **модуля-головки 1, обратного и спускного клапанов.**

Внимание. Допускается уменьшение числа модулей-секций в насосе при соответствующем укомплектовании погружного агрегата двигателем необходимой мощности.

Обратный клапан 1(рис. 1) предназначен для предотвращения обратного вращения (турбинный режим) ротора насоса под воздействием столба жидкости в колонне НКТ при остановках и облегчения повторного запуска насосного агрегата. **Спускной клапан** 2 (рис. 1) служит для слива жидкости из колонны НКТ при подъеме насосного агрегата из скважины.

Обратный клапан в сборе со шламоуловителем устанавливается над УЭЦН через 2 НКТ, а спускной (сбивной) клапан - на третьей НКТ (2.5“) выше установки

Модуль - насос



Модуль-головка состоит из корпуса, с одной стороны которого имеется внутренняя коническая резьба для подсоединения обратного клапана (насосно-компрессорной трубы), с другой стороны - фланец для подсоединения к модулю-секции двух ребер и резинового кольца. Ребра прикреплены к корпусу модуля-головки болтом с гайкой и пружинной шайбой. Резиновое кольцо герметизирует соединение модуля-головки с модулем-секцией.

Модуль-секция состоит из корпуса, вала, пакета ступеней (рабочих колес и направляющих аппаратов), верхнего подшипника, нижнего подшипника, верхней осевой опоры, головки, основания, двух ребер и резиновых колец. Число ступеней в модулях-секциях указано в табл. 1. Соединение модулей-секций между собой, а также резьбовые соединения и зазор между корпусом и пакетом ступеней герметизируются резиновыми кольцами

Входной модуль состоит из основания с отверстиями для прохода пластовой жидкости, подшипниковых втулок и сетки, вала с защитными втулками и шлицевой муфты для соединения вала модуля с валом гидрозащиты. При помощи шпилек модуль верхним концом подсоединяется к модулю-секции. Нижний конец входного модуля присоединяется к гидрозащите двигателя

← Погружной насос фирмы Centrilift A Baker Hughes Incorporated

Характеристики модулей-секций насоса

Табл. 1

Марка насоса	Нар Ø мм	Напор тах, м	Модуль насоса 3		Модуль насоса 4		Модуль насоса 5		Модуль входной		Модуль головка	
			мас-са, кг	кол-во ступ. шт	мас-са, кг	кол-во ступ. шт	мас-са, кг	кол-во ступ. шт	дли-на, мм	мас-са, кг	дли-на, мм	мас-са, кг
ЭЦН5-50	92	2000	107	109	139	147	167	186	287	11,5	235	7,1
ЭЦН5-80	92	2000	104	114	144	155	171	196	287	11,5	235	7,1
ЭЦН5-125	92	2000	118	96	156	131	190	165	287	11,5	235	7,1
ЭЦН5-200	92	1400	95	76	121	104	137	131	287	11,5	235	7,1
ЭЦН5А-250	103	2000	138	54	179	73	221	92	287	11,9	235	8,2
ЭЦН5А-400	103	1600	137	50	178	68	218	86	287	11,9	235	8,2
ЭЦН5А-500	103	1200	148	45	191	62	236	78	287	11,9	235	8,2

Длина от фланца до фланца: модуль насоса 3 - 3365 мм; модуль насоса 4 - 4365 мм; модуль насоса 5 - 5365 мм.

В последние годы ОАО «АЛНАС» постоянно совершенствует конструкции насосов.

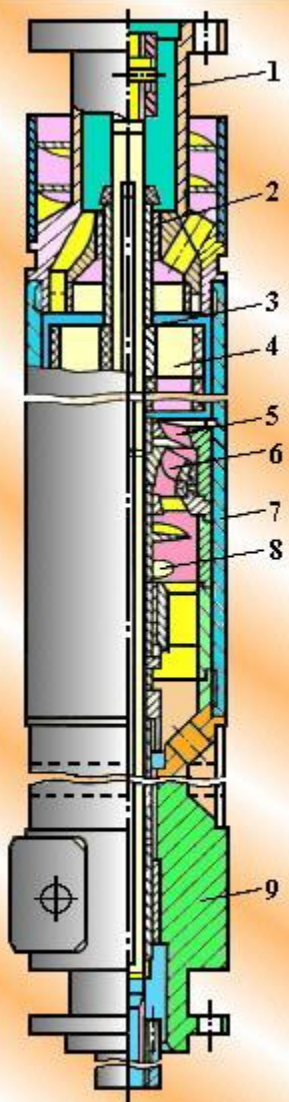
Все типы насосов могут быть выполненными:

- ✓ с бесфланцевым соединением секций (бугельное соединение);
- ✓ износо-коррозионностойкими (ЭЦНМК-ЭЦНД);
- ✓ с приемной сеткой и ловильной головкой на секции.

Показатели технической и энергетической эффективности установок

Установки	Номинальная подача, м ³ /сут	Номинальный напор, м	Мощность, кВт	К. п. д., %	К. п. д. насоса, %	Максимальная плотность водонефтяной смеси, кг/м ³	Рабочая часть характеристики						
							подача, м ³ /сут	напор, м					
УЭЦНМ5-50-1300	50	1360	23	33,5	43	1400	25 - 70	1400 - 1005					
УЭЦНМК5-50-1300		1360	23	33,5					1400	1400 - 1005			
УЭЦНМ5-50-1700	80	1725	28,8	34	51,5	1340	60 - 115	1780 - 1275					
УЭЦНМ5-80-1200		1235	26,7	42					1400	1290 - 675			
УЭЦНМК5-80-1200		1235	26,7	42					1400	1290 - 675			
УЭЦНМ5-80-1400		1425	30,4	42,5					1400	1490 - 1155			
УЭЦНМ5-80-1550		1575	33,1	42,5					1400	1640 - 855			
УЭЦНМ5-80-1800		1800	38,4	42,5					1360	1880 - 980			
УЭЦНМ5-125-1000	125	1025	29,1	50	58,5	1240	105 - 165	1135 - 455					
УЭЦНМ5-125-1200		1175	34,7	48					1400	1305 - 525			
УЭЦНМ5-125-1300		1290	38,1	48					1390	1440 - 575			
УЭЦН М5-125-1800	200	1770	51,7	48,5	50	1400	150 - 265	1960 - 785					
УЭЦНМ5-200-800		810	46	40					1180	970 - 455			
УЭЦНМ5-200-1000		1010	54,5	42					1320	1205 - 565			
УЭЦНМ5-200-1400		1410	76,2	42					1350	1670 - 785			
УЭЦНМ5А-160-1450		160	1440	51,3					51	61	1400	125 - 205	1535 - 805
УЭЦНМК5А-160-1450			1440	51,3					51				
УЭЦНМ5А-160-1600	250	1580	56,2	51	61,5	1300	195 - 340	1760 - 1040					
УЭЦНМ5А-160-1750		1750	62,3	51					1300	1905 - 1125			
УЭЦНМК5А-160-1750		1750	62,3	51					1400	1905 - 1125			
УЭЦНМ5А-250-1000		1000	55,1	51,5					1320	1140 - 600			
УЭЦНМ5А-250-1100		1090	60,1	51,5					1210	1240 - 650			
УЭЦНМК5А-250-1100		1090	60,1	51,5					1210	1240 - 650			

Газосепаратор



Для откачивания пластовой жидкости, содержащей от 25 до 55% (по объему) свободного газа у приемной сетки входного модуля, к насосу подключают **модуль - газосепаратор**. Газосепаратор устанавливается между входным модулем и модулем -секцией.

Наиболее известны две конструкции газосепараторов

- ★ газосепараторы с противотоком;
- ★ центробежные или роторные газосепараторы

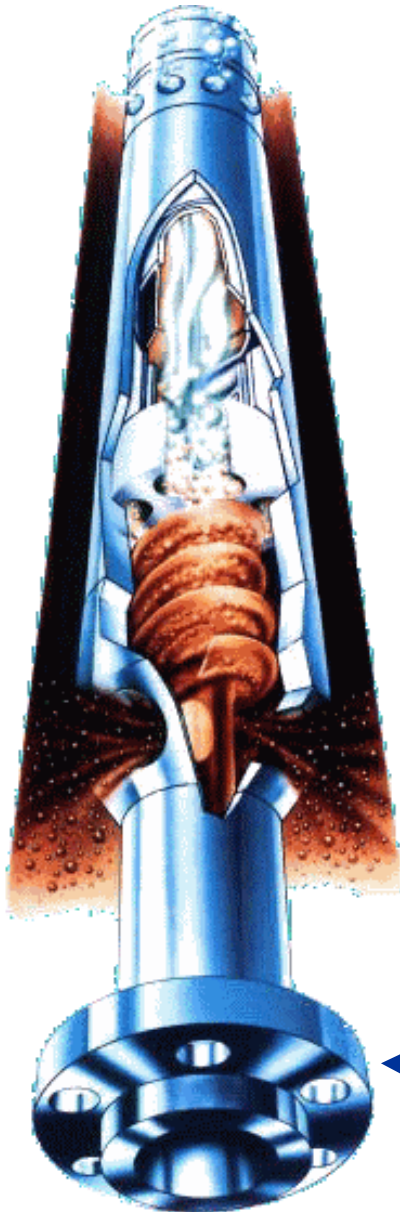
Для первого типа, применяемого в некоторых насосах **Reda** при попадании жидкости в газосепаратор, она вынуждена резко менять направление движения. Некоторые газовые пузырьки сепарируются уже на входе в насос. Другая часть, попадая в газосепаратор, поднимается внутри его и выходит из корпуса.

В отечественных установках а также насосах фирмы **Centrilift** и **Reda**, используются роторные газосепараторы, которые работают аналогично центрифуге. Лопатки центрифуги, вращающиеся с частотой 3500 об/мин, вытесняют более тяжелые жидкости на периферию, и далее через переходной канал вверх в насос, тогда как более легкая жидкость (пар) остается около центра и выходит через переходной канал и выпускные каналы обратно в скважину

1-головка; 2-втулка радиального подшипника; 3- вал; 4- сепаратор; 5-направляющие аппараты; 6-рабочие колеса; 7-корпус; 8-шнек; 9-основание.

Рис. 3. Газосепаратор:

Осложнения, вызванные наличием газа на приеме насоса



- Пар может создавать в насосе газовую пробку, что приводит к скачкам давления и выходу насоса из строя.
- Пар не смазывает подшипники в достаточной степени.
- КПД насоса снижается
- Если приходится сепарировать газ, то общий КПД лифта скважины уменьшается, поскольку наличие газа существенно повышает КПД НКТ.

Современные центробежные сепараторы обеспечивают эффективное отделение до 90% несвязанного газа прежде, чем он достигнет насосного блока, что снижает кавитацию в насосе и колебания нагрузки электродвигателя.

← Газосепаратор фирмы **Centrilift**
A Baker Hughes Company



Погружные электродвигатели

Погружные двигатели состоят из электродвигателя и гидрозащиты.

Двигатели трехфазные асинхронные короткозамкнутые двухполюсные погружные унифицированной серии **ПЭД** в нормальном и коррозионностойком исполнениях, климатического исполнения В, категории размещения 5 работают от сети переменного тока частотой 50 Гц.

Двигатели предназначены для работы в среде пластовой жидкости (смесь нефти и попутной воды в любых пропорциях) **с температурой до 110 °С**, содержащей:

механические примеси с относительной твердостью частиц не более 5 баллов по шкале Мооса - не более 0,5 г/л;

сероводород: для нормального исполнения - не более 0,01 г/л; для коррозионностойкого исполнения - не более 1,25 г/л;

свободный газ (по объему) - не более 50%.

Гидростатическое давление в зоне работы двигателя не более 20 МПа.

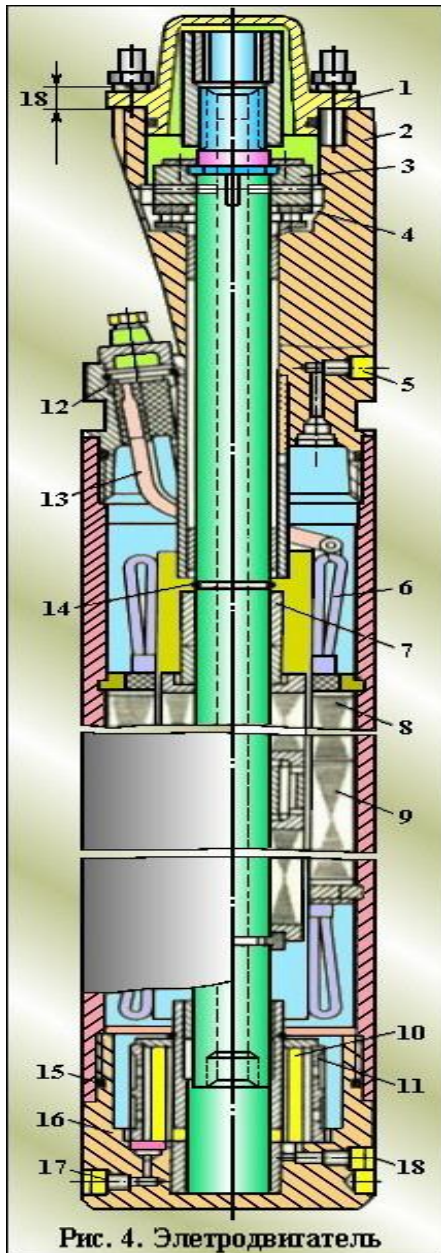


Рис. 4. Электродвигатель

1 - крышка; 2 - головка; 3 - пята; 4 - подпятник; 5 - пробка; 6 - обмотка статора; 7 - втулка; 8 - ротор; 9 - статор; 10 - магнит; 11 - фильтр; 12 - колодка; 13 - кабель с наконечником; 14 - кольцо; 15 - кольцо уплотнительное; 16 - корпус; 17,18 - пробка.

Параметры электродвигателей

Двигатель включает в себя один или несколько электродвигателей (верхний, средний и нижний мощностью от 63 до 360 кВт) и протектор. **Электродвигатель** состоит из статора, ротора, головки с токовводом и корпуса.

Статор выполнен из трубы, в которую запрессован магнитопровод, изготовленный из листовой электротехнической стали. Обмотка статора - однослойная протяжная катушечная. Фазы обмотки соединены в звезду.

Двигатель	Номинальная мощность, кВт	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А
ПЭДУ16-103В5	16	530	26
ПЭДУ22-103В5	22	700	27
ПЭДУ32-103В5	32	1000	27,5
ПЭДУ45-103В5	45	1050	37
ПЭДУС63-103В5	63	1500	36,5
ПЭДУС90-103В5	90	2100	37
ПЭДУ45-117В5	45	1000	36
ПЭДУ63-117В5	63	1400	36
ПЭДУС90-117В5	90	1950	37
ПЭДУС125-117В5	125	1950	51
ПЭДУ90-123В5	90	2200	32,5
ПЭДУС180-123В5	180	2150	66
ПЭДУС250-123В5	250	2250	88
ЭДУС180-130В5	180	2300	61
ПЭДУС250-130В5	250	2300	85
ПЭДУС360-130В5	360	2300	122,5

Токоввод - это изоляционная колодка, в пазы которой вставлены кабели с наконечниками. В нижней части корпуса электродвигателя расположены пробки. Через отверстия под пробку проводят закачку и слив масла в электродвигатель.

Предельная длительно допускаемая температура обмотки статора электродвигателей:

для электродвигателей с диаметром корпуса 103 мм - 170 °С
остальных электродвигателей - 160 °С

Гидрозащита погружных электродвигателей

Гидрозащита предназначена для предотвращения проникновения пластовой жидкости во внутреннюю полость электродвигателя, компенсации изменения объема масла во внутренней полости от температуры электродвигателя и передачи крутящего момента от вала электродвигателя к валу насоса. Разработано два варианта конструкций гидрозашит для двигателей унифицированной серии:

- открытого типа - П92; ПК92; П114; ПК114 и
- закрытого типа - П92Д; ПК92Д; (с диафрагмой) П114Д; ПК114Д.

Гидрозащиту выпускают обычного и коррозионностойкого исполнений

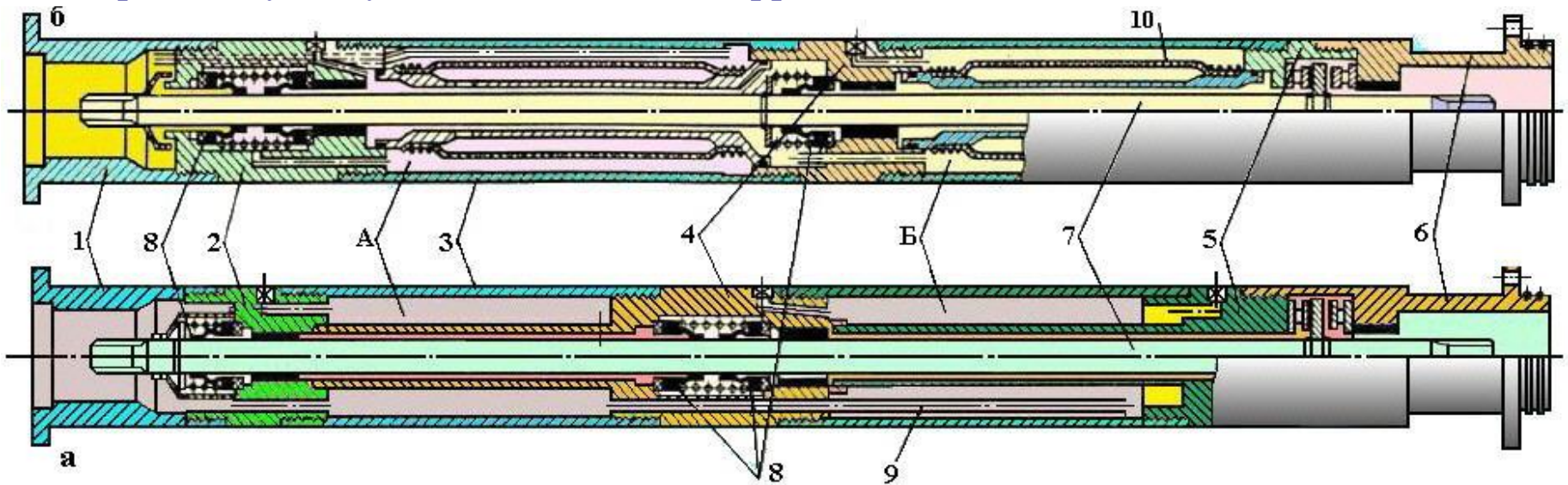


Рис. 5. Гидрозащита открытого (а) и закрытого (б) типов: А - верхняя камера; Б - нижняя камера; 1- головка; 2- верхний ниппель; 3- корпус; 4- средний ниппель; 5- нижний ниппель; 6- основание; 7 - вал; 8 - торцовое уплотнение; 9- соединительная трубка; 10 - диафрагма.

Принцип работы гидрозащиты

Основным типом гидрозащиты для комплектации ПЭД принята гидрозащита открытого типа. Ее принцип действия требует применения специальной барьерной жидкости плотностью до 2 г/см^3 , обладающей физико-химическими свойствами, которые исключают ее перемешивание с пластовой жидкостью скважины и маслом в полости электродвигателя.

Верхняя камера А, рис. 5, заполнена барьерной жидкостью **нижняя Б** - диэлектрическим маслом. Камеры сообщены трубкой. Изменения объемов жидкого диэлектрика в двигателе компенсируются за счет перетока барьерной жидкости в гидрозащите из одной камеры в другую.

В гидрозащитах закрытого типа применяются резиновые диафрагмы, их эластичность компенсирует изменение объема жидкого диэлектрика в двигателе.

Основные характеристики гидрозащит представлены в таблице. В последние годы ОАО "АЛНАС" освоил и выпускает новые марки гидрозащит - МГ-51 и МГ - 54

Гидрозащита	Вместимость камер, л		Передаваемая мощность, кВт	Монтажная длина, мм	Масса, кг
	Масло МА-ПЭД	Барьерная жидкость			
П92, ПК92	5	2	125	2200 ± 5	53
П92Д, ПК92Д	6,5	0,15	125	2200 ± 5	59
П114, ПК114	5	4	250	2300 ± 5	53
П114Д, ПК114Д	8	0,25	250	2300 ± 5	59

Маркировка и обозначения ПЭД

В шифре двигателя **ПЭДУСК-125-117ДВ5** - приняты следующие обозначения: ПЭДУ - погружной электродвигатель унифицированный; С - секционный (отсутствие буквы - несекционный); К - коррозионностойкий (отсутствие буквы - нормальное); 125 - мощность, кВт; 117 - диаметр корпуса, мм; Д - шифр модернизации гидрозащиты (отсутствие буквы - основная модель); В5 климатическое исполнение и категория размещения

В шифре электродвигателя **ЭДК45-117В** приняты следующие обозначения: ЭД - электродвигатель; К - коррозионностойкий (отсутствие буквы - нормальное исполнение); 45 - мощность, кВт; 117 - диаметр корпуса, мм; В - верхняя секция (отсутствие буквы - несекционный, С - средняя секция, Н - нижняя секция).

В шифре гидрозащиты **ПК92Д** приняты следующие обозначения: П - протектор; К - коррозионностойкая (отсутствие буквы - исполнение нормальное); 92 диаметр корпуса в мм; Д - модернизация с диафрагмой (отсутствие буквы - основная модель с барьерной жидкостью).

Пуск, управление работой двигателя и его защита при аварийных режимах осуществляются специальными **комплектными устройствами**.

Пуск, управление работой и защита двигателя мощностью 360 кВт с диаметром корпуса 130 мм осуществляются **комплектным тиристорным преобразователем**

Электродвигатели заполняются маслом МА-ПЭД с пробивным напряжением не менее 30 кВ.

Устройства комплектные

Устройства предназначены для управления и защиты погружных электронасосов добычи нефти с двигателями серии ПЭД (в том числе со встроенной термоманометрической системой) мощностью 14 - 100 кВт и напряжением до 2300 В переменного тока.

В шифре устройства **ШГС5805-49АЗУ1** приняты следующие обозначения:

- **ШГС5805** - обозначение серии (класс, группа, порядковый номер устройства);
- **4** - номинальный ток силовой цепи до 250 А;
- **9** - напряжение силовой цепи до 2300 В;
- **А** - модификация для наружной установки (**Б** - для встраивания в КТПН, **Т** - с термоманометрической системой);
- **3** - напряжение цепи управления 380 В;
- **У** - климатическое исполнение для умеренного климата (**ХЛ** - для холодного климата);
- **1** - категория размещения для наружной установки (**3.1** - для встраивания в КТПН).

Устройства **ШГС5805** по функциональному назначению являются станциями управления. Начиная с 1999 г. ОАО «АЛНАС» выпускает УЭЦНМ, комплектуемые новыми станциями управления - СУА, которые прошли промышленные испытания более, чем в 15 НГДУ. Новые станции СУА снабжены более совершенной термоманометрической системой - СКАД-2.

Функции станции управления

Устройства ШГС5805 обеспечивают:

1. Включение и отключение электродвигателя насосной установки.
2. Работу электродвигателя установки в “ручном” и “автоматическом” режимах. При этом в “автоматическом” режиме обеспечивается:
 - автоматическое включение электродвигателя с регулируемой выдержкой времени от 2,5 до 60 мин при подаче напряжения питания;
 - автоматическое повторное включение электродвигателя после его отключения защитой от недогрузки с регулируемой выдержкой времени от 3 до 1200 мин;
 - возможность выбора режима работы с автоматическим повторным включением после срабатывания защиты от недогрузки или без автоматического повторного включения;
 - возможность выбора режима работы с защитой от турбинного вращения двигателя;
 - блокировка запоминания срабатывания защиты от перегрузки при отклонении;
 - автоматическое повторное включение электродвигателя с регулируемой выдержкой времени при появлении от термоманометрической системы сигнала на включение при достижении средой, окружающей электродвигатель, давления, соответствующего заданному максимальному значению.
3. Управление установкой с диспетчерского пункта.
4. Управление установкой от программного устройства.
5. Управление установкой в зависимости от давления в трубопроводе по сигналам контактного манометра.

Функции станции управления

Устройства обеспечивают функции защиты, сигнализации и измерения:

1. Защиту от короткого замыкания в силовой цепи напряжением 380 В.
2. Защиту от перегрузки любой из фаз электродвигателя с выбором максимального тока.
3. Защиту от недогрузки при срыве подачи по сигналу, характеризующему загрузку установки, с выдержкой времени на срабатывание защиты не более 45 с.
4. Непрерывный контроль сопротивления изоляции системы “погружной электродвигатель - кабель” с уставкой сопротивления 30 кОм на отключение без выдержки времени.
5. Сигнализацию состояния установки с расшифровкой причины отключения.
6. Наружную световую сигнализацию об аварийном отключении установки (кроме ШГС5805-49БЗХЛЗ.1), при этом лампа в светильнике должна быть 40 или 60 Вт.
7. Отключение установки при появлении от термоманометрической системы сигнала на отключение в результате превышения температуры электродвигателя (только для UirC5805-49ТЗVI).
8. Отключение электродвигателя при появлении от термоманометрической системы сигнала на отключение в результате достижения средой, окружающей электродвигатель, давления, соответствующего заданному минимальному значению (только для ШГС5805-49ТЗУ1).
9. Индикацию текущего значения давления среды, окружающей электродвигатель (только для UirC5805-49ТЗVI).
10. Индикацию числа отключений установки.

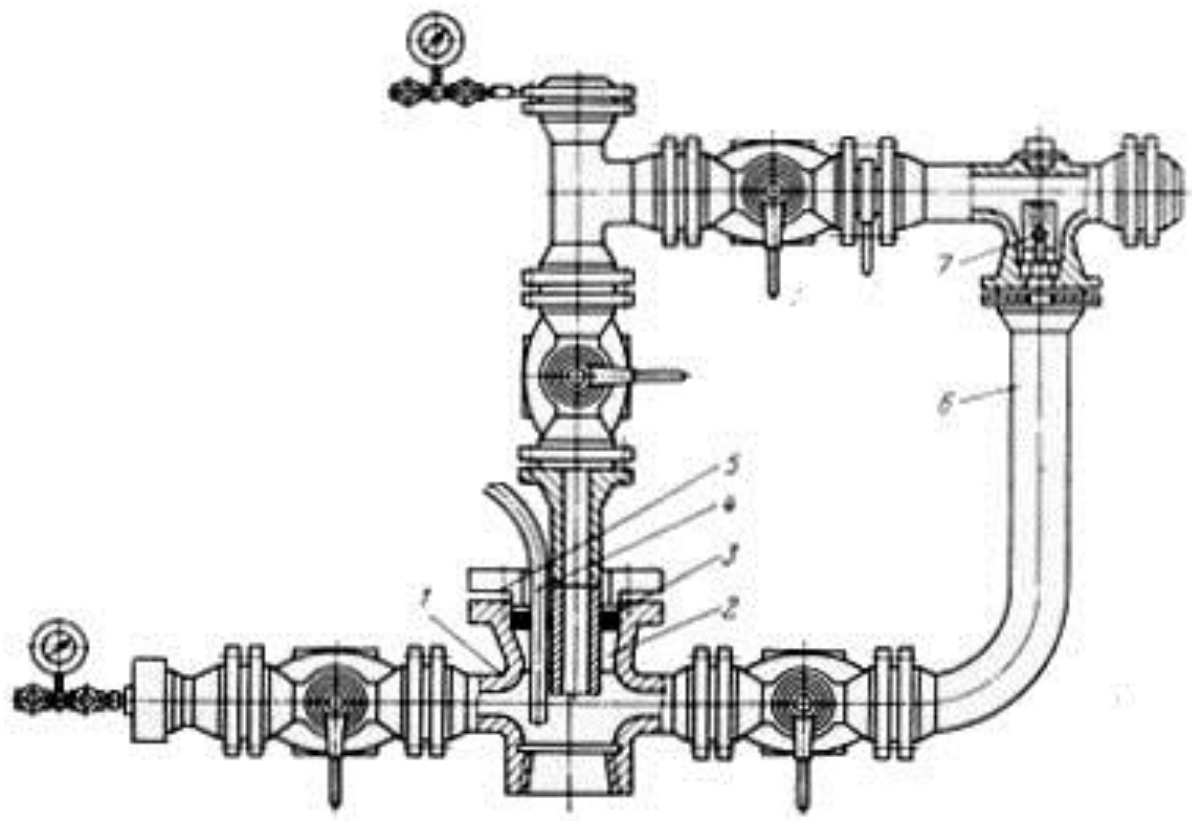


Рис. 11.4. Арматура устья скважины, оборудованной ПЦЭН

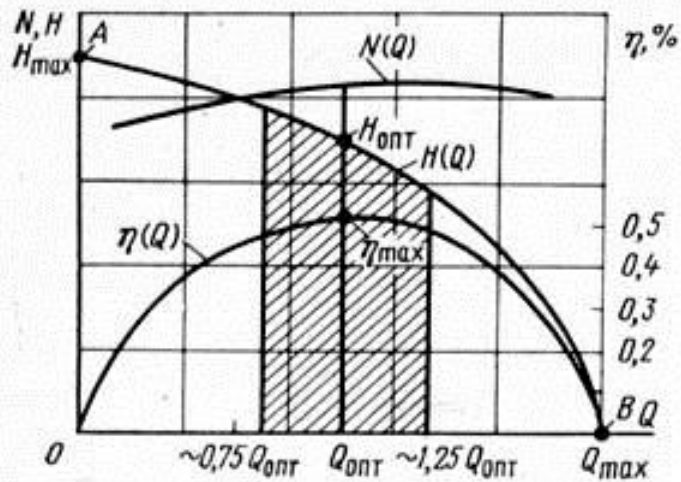
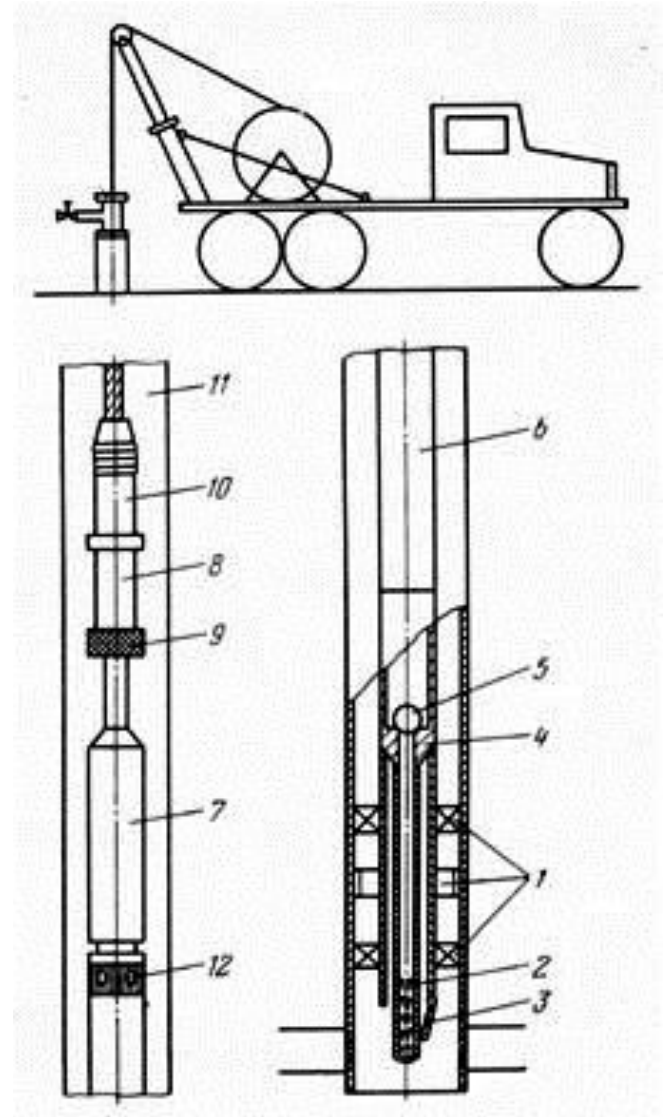


Рис. 11.2. Типичная характеристика погружного центробежного насоса

Рис. 11.5. Установка погружного центробежного насоса на кабель-канате:

- 1 - шлиповый пакер;
- 2 - приемная сетка;
- 3 - клапан;
- 4 - посадочные кольца;
- 5 - обратный клапан;
- 6 - насос;
- 7 - ПЭД;
- 8 - штекер;
- 9 - гайка;
- 10 - кабель;
- 11 - оплетка кабеля;
- 12 - отверстие



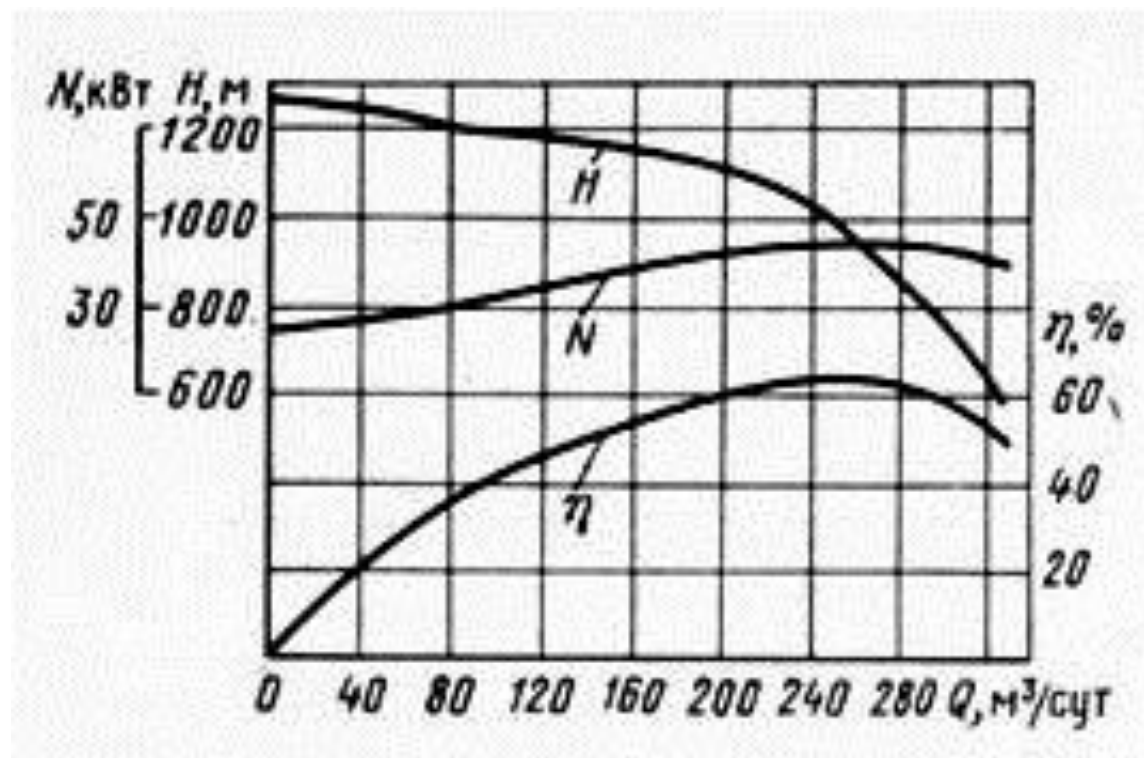


Рис. 11.6. Рабочие характеристики погружного центробежного насоса ЭЦНБ5А 250-1050, спускаемого на кабеле канате: H - напорная характеристика; N - потребляемая мощность; η - коэффициент полезного действия

Определение глубины подвески ПЦЭН

-
-
-
-
-
-
-

$$L = H_{\text{д}} + H_{\text{п}} + \frac{P_y}{\rho \cdot g} + h_{\text{тр}} - H_{\text{г}}$$

$$P_c = P_{\text{пл}} - \left(\frac{Q}{K} \right)^{1/n}$$

$$P_c = \rho_{\text{ср}} \cdot g \cdot h = P_{\text{пл}} - \left(\frac{Q}{K} \right)^{1/n}$$

$$H_d = \left(H_c - \frac{h}{\cos \varphi_1} \right) \cdot \cos \varphi_2$$

$$C = \frac{Q_H \cdot b_H + Q_B \cdot b_B}{86400 \cdot f}$$

$$h = \frac{P_{\text{пл}} - \left(\frac{Q}{K} \right)^{1/n}}{\rho_{\text{ср}} \cdot g}$$

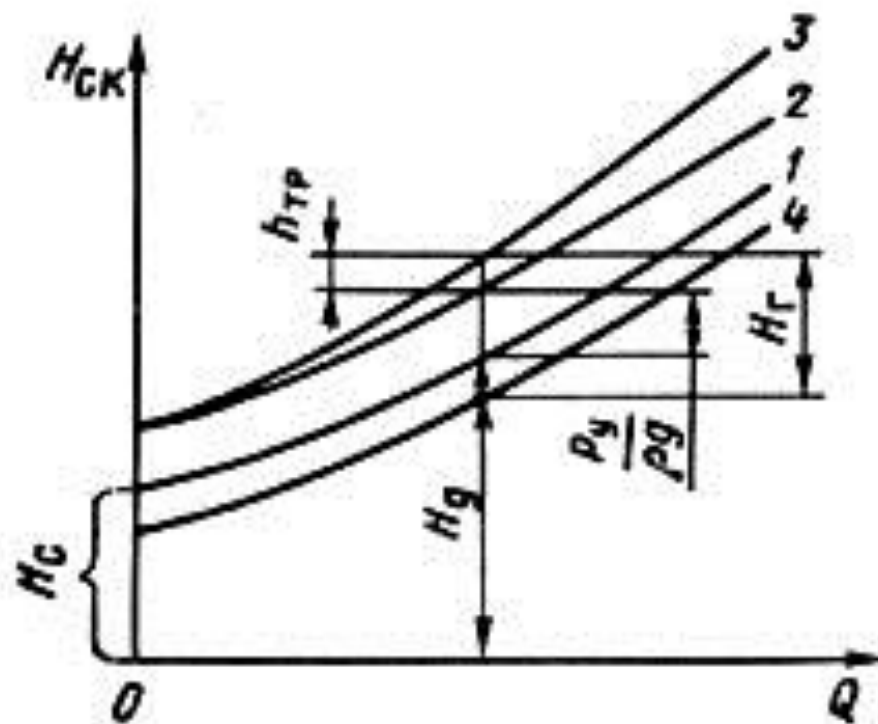
$$h_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{L \cdot C^2}{2 \cdot g \cdot d}$$

Здесь Q_H и Q_B - дебит товарной нефти и воды, м³/сут; b_H и b_B - объемные коэффициенты нефти и воды для средних термодинамических условий, существующих в НКТ; f - площадь сечения нкт

Для согласования $H(Q)$ характеристики ЭЦН с условиями скважины строится так называемая напорная характеристика скважины

$$H_{\text{СКВ}} = H_{\text{д}} + \frac{P_{\text{у}}}{\rho \cdot g} + h_{\text{тр}} - H_{\text{Г}}$$

Рис. 11.7. Напорные характеристики скважины:
 1 - глубина (от устья) динамического уровня, 2 - необходимый напор с учетом давления на устье, 3 - необходимый напор с учетом сил трения, 4 - результирующий напор с учетом “газлифтного эффекта”



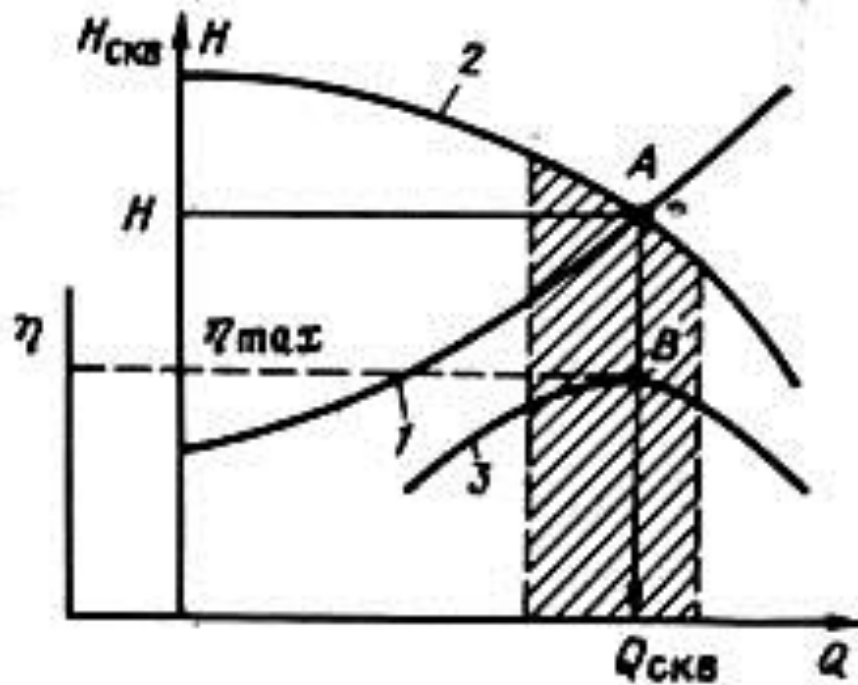


Рис. 11.8. Согласование напорной характеристики скважины (1) с $H(Q)$, характеристикой ПЦЭН (2), 3 - линия к. п. д.

$$\Delta Z = Z \cdot \frac{\Delta H}{H_0}$$

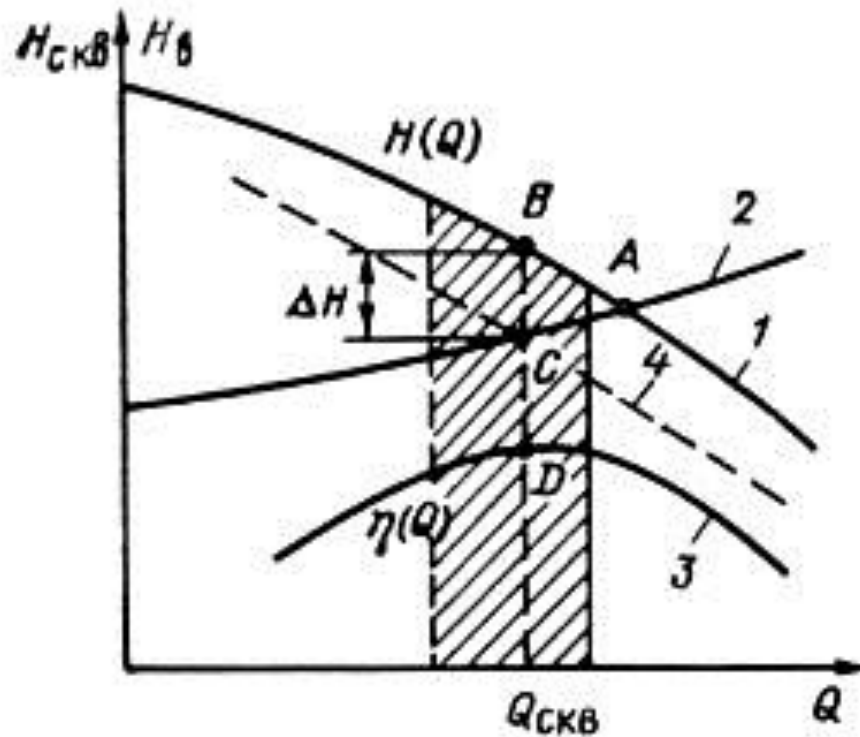


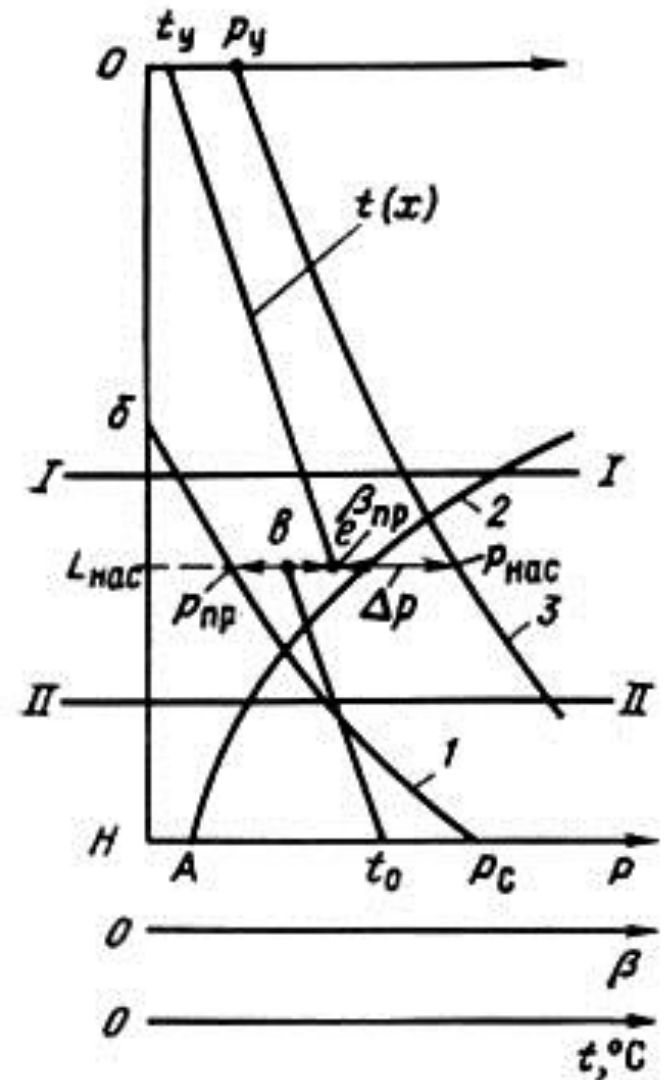
Рис. 11.9. Согласование напорной характеристики скважины и ПЦЭН путем снятия ступеней

Определение глубины подвески ПЦЭН с помощью кривых распределения давления

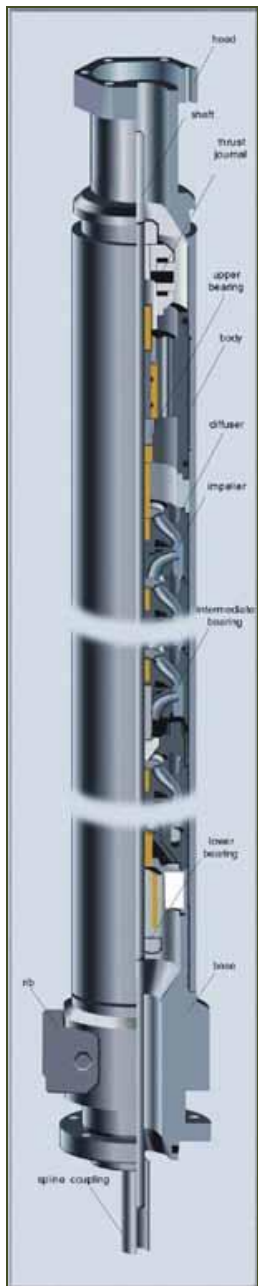
$$\Delta t = \frac{H}{c} \cdot \left(\frac{1}{\eta_H \eta_D} - 1 \right)$$

$$H = \frac{\Delta P}{\bar{\rho} \cdot g}$$

Рис. 11.10. Определение глубины подвески ПЦЭН и условий его работы с помощью построения кривых распределения давления: 1 - $P(x)$ - построенная от точки P_C ; 2 - $\beta(x)$ - кривая распределения газосодержания; 3 - $P(x)$, построенная от точки P_y ; ΔP - перепад давлений, развиваемый ПЦЭН



Насосная установка

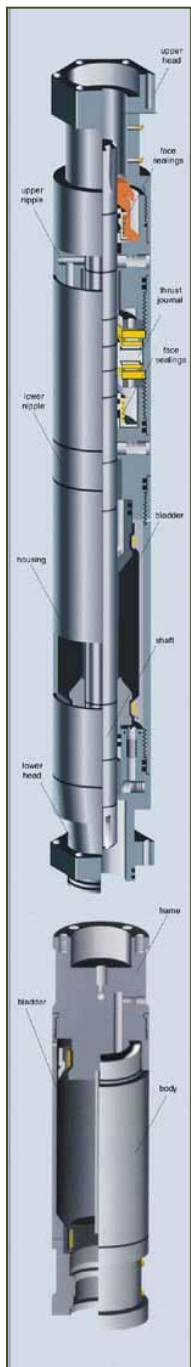


Входной модуль

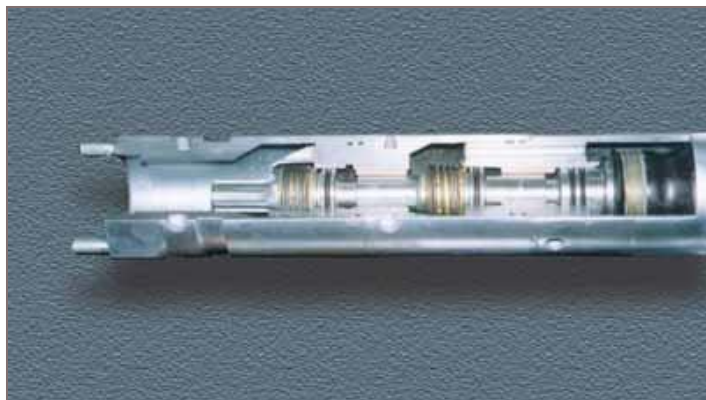


Рабочие органы типового погружного электронасоса

Гидрозащита



**Фрагмент протектора
МГ52 (нижняя
часть)**



**Фрагмент протектора
МГ52**



**Фрагмент протектора
МГ52 (верхняя
часть)**

Протектор



**Нижняя часть
протектора**

**Верхняя часть
протектора**



Погружной электродвигатель

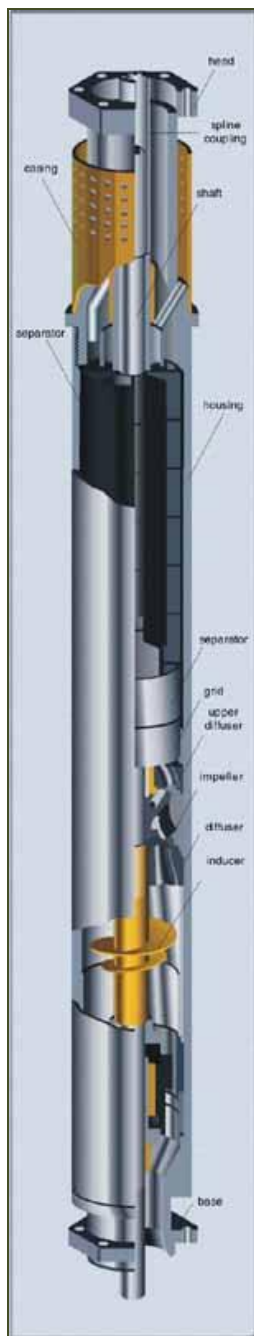


Верхняя часть

Нижняя часть



Газосепаратор



Газосепаратор необходим при добыче нефти из скважин с большим газосодержанием. Газосепаратор устанавливается между входным модулем и насосной модуль – секцией. Принцип действия сепаратора основан на использовании центробежной силы для удаления свободного газа в затрубное пространство. При этом исключаются образование газовых пробок и кавитация, благодаря чему обеспечивается постоянная нагрузка на двигатель и повышается срок непрерывной работы установки. При большом газовым факторе хорошо себя зарекомендовали газосепараторы, работающие в тамдеме. Газосепаратор может быть совмещен с приемной сеткой, что исключает необходимость во входном модуле насоса.

СПАСИБО ЗА ВЕИМАНИЕ

